

Conference Paper, Published Version

Baumann, Karsten

Kontrolle von Grundwassermessstellen

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105241>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Baumann, Karsten (2017): Kontrolle von Grundwassermessstellen. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Bohrungen und Baugrund. Herausforderungen bei der Ausführung in der horizontalen und vertikalen Bohrtechnik. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 119-126.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.





Kontrolle von Grundwassermessstellen

Dipl.-Geologe Karsten Baumann

Bohrlochmessung – Storkow GmbH; Schützenstr. 33; D-15859 Storkow

Tel.: 033678-43630; e-Mail-Adresse: baumann@blm-storkow.de; www.blm-storkow.de

Zusammenfassung

In den letzten Jahren haben sich die Anforderungen an eine umfassende Abnahme von neu errichteten Grundwassermessstellen, nicht zuletzt auch aus Gründen der Gewährleistung, deutlich erhöht. Eine Vielzahl technischer Regelwerke, insbesondere des DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.), aber auch behördliche Vorschriften, unterstreichen die Bedeutung, die derartigen Kontrollen beigemessen wird. Die Überprüfung der Messstellen mittels bohrlochgeophysikalischer Messverfahren hat dabei, nicht zuletzt wegen der hierfür in jüngster Zeit entwickelten Spezialverfahren und spezialisierten Anwendungen von Einzelverfahren und Verfahrenskomplexen, deutlich an Bedeutung gewonnen. Neben der Aufdeckung von berechtigten Mängeln ergibt sich aber hierdurch für den Brunnenbauer auch die Möglichkeit, die Qualität seiner Arbeit durch eine unabhängige Fachfirma gegenüber seinem Auftraggeber nachzuweisen. Ebenso werden Unzulänglichkeiten am Bauwerk sofort erkannt.

1 Zielstellung

Bei der Überprüfung von Messstellen muss zwischen einem Mindestprogramm zum Nachweis der Unbedenklichkeit der Messstelle für die Umwelt (in vielen Bundesländern bereits durch behördliche Auflagen geregelt!) und den Anforderungen, die der Bauherr/ Nutzer an ein ordnungsgemäßes Bauwerk (Messstelle oder Brunnen) hinsichtlich der Gewährleistung und der Nutzungseigenschaften stellt, unterschieden werden. Zu den behördlichen Mindestanforderungen gehören danach bohrlochgeophysikalische Messverfahren, die folgende Überprüfungen zulassen:

- Vorhandensein und/ oder Lage von Tonsperren (vertikale Ringraumabdichtung) sowie deren Korrespondenz mit dem geologischen Schichtenprofil,
- hydraulische Wirksamkeit von Ringraumabdichtungen, insbesondere wenn Hinweise auf Inhomogenitäten der Ringraumabdichtung vorliegen,
- Überprüfung auf Brückenbildung (Brücken im Ringraum sind Havariegefahren!),
- Dichtheit der Aufsatzrohre, insbesondere der Rohrverbindungen,
- Lage der Filterstrecke.

Im Hinblick auf einen langfristigen störungsfreien Betrieb der Messstelle (zusätzliche Anforderungen des Betreibers) sind Untersuchungen und Messverfahren empfehlenswert, die folgende Überprüfungen ermöglichen:

- Vorhandensein und Zustand der Kiesschüttung (Kolmationen, Verdichtungen, Feinkornanteil),
- Zuflüsse im Filterbereich bzw. Erstellung einer Zuflussprofilierung der Filterstrecke,
- Durchlässigkeit des filternahen Bereiches/ der Ringraumschüttung,
- Vertikalität und Exzentrizität der eingebrachten Verrohrung,

- ggf. Präzisierung des erbohrten geologischen Profils (Auch im zur Messstelle ausgebauten Bohrloch möglich!),
- Rohrbeschädigungen (Haarrisse) und Rohrovalitäten.

In besonderen Fällen können auch folgende Untersuchungen erforderlich sein:

- Überprüfung des Wasserchemismus in der Messstelle (Salinität, vertikale Schichtung),
- Abschätzung des Wasserchemismus im Porenraum der einzelnen geologischen Abfolgen, v.a. im Vollrohrbereich („hinter den Rohren“, zur Verfolgung der Süß-/ Salzwassergrenze).

Generell können diese Untersuchungen auch am „Altbestand“ von Messstellen vorgenommen werden, um so deren Eignung zu überprüfen. Dies empfiehlt sich insbesondere immer dann, wenn Zweifel an der Richtigkeit von Analysen und/ oder Wasserständen bestehen oder wenn die Messstelle zurück gebaut werden soll. Hier ist der Nachweis einer ordnungsgemäßen Ringraumabdichtung und -verfüllung erforderlich (vergl. /5/).

2 Häufige Mängel an Grundwassermessstellen

Häufige Mängel sind:

- nicht vorhandene, falsch positionierte, einseitig ausgebildete, unvollständige oder mit Nachfall vermischte Ringraumabdichtungen (Tone oder Ton-Zement-Suspensionen), (häufigster Mangel!),
- undichte Rohrverbindungen mit der Folge des Kurzschlusses mehrerer Grundwasserleiter und dem Ergebnis, dass Messstellen nur Mischproben und falsche Grundwasserstände liefern; außerdem Beeinflussung verschiedener Grundwasserleiter/ Grundwasserqualitäten gegeben (zweithäufigster Mangel!),



- falsche geologische Schichtenverzeichnisse, z.B. bei Trockenbohrungen und ein daraus resultierender falscher Ausbau/ falsche Verfüllung der Messstelle/ des Brunnens (dritthäufigster Mangel!),
- Hohlräume/ unverfüllte Bereiche, die durch Brückenbildungen bzw. Setzungen hervorgerufen wurden und im Extremfall, insbesondere beim Zusammenbruch, den Totalverlust der Messstelle verursachen können und zu Setzungen an der Oberfläche führen (Unfallgefahr!),
- Überschüttungen von Filterstrecken mit Ton oder Eindringen von Ton-Zement-Suspensionen in den Filterbereich und damit "Verstopfung" der Filterschlitz und Filterkiese,
- zu starkes Sanden,
- mechanische Beschädigung von Rohren,
- Versalzungen des Porenwassers,
- Verbiegung des Rohrstranges, hervorgerufen durch eine falsche Einbautechnologie und/ oder einen plötzlichen Neigungsaufbau der Bohrung und damit verbundene Schwierigkeiten beim Einbau von Pumpen und Messgeräten,
- Verwendung unterschiedlicher Rohrchargen, was zu Absätzen an den Rohrverbindungen führt und Schwierigkeiten beim Einbau von Pumpen und Messgeräten hervorrufen kann,
- exzentrischer Einbau der Rohre in die Aufschlussbohrung und damit verbundene ungleichmäßige oder einseitig fehlende Ringraumabdichtung, meist hervorgerufen durch das Fehlen oder eine ungenügende Anzahl von Zentralisatoren,
- auf Grund zu großer Neigung der Aufschlussbohrung nur einseitig geschüttete Filterkiese, mit der häufigen Folge des Sandens oder einer deutlich schnelleren Alterung der Messstelle,
- Undichtigkeiten am Verpressstück, bei einer Abdichtung des Ringraums mit Ton-Zement-Suspension aus dem Ausbau heraus, mit den gleichen Folgen wie bei undichten Rohrverbindungen,
- nicht richtig auf die lithologischen Verhältnisse abgestimmte Filterschlitz und Filtersande, mit der Folge einer geringen Durchlässigkeit von Ringraum und Filterschlitz oder des Sandens der Messstelle,
- falsche Positionierung von Filterstrecken, hervorgerufen durch Messfehler oder Unachtsamkeit beim Rohreinbau,
- zu lange Filterstrecken, damit keine repräsentative Probenahme mehr möglich,
- mehrere Filterstellungen mit der Konsequenz wie vorher.

Bei den Mängeln muss unterschieden werden, ob diese die Messstelle für deren geplanten Zweck unbrauchbar machen oder gar eine Beeinflussung

des Grundwassers durch die mangelhaft errichtete Messstelle möglich ist oder ob es Mängel sind, die die Gebrauchsfähigkeit nur einschränken. Kurzschlüsse zwischen verschiedenen Grundwasserleitern über den Ringraum oder defekte Rohrverbindungen sind in jedem Fall unzulässig.

3 Handlungsempfehlungen

Von neu errichteten Grundwassermessstellen sollte von vornherein erwartet werden, dass diese dem Stand der Technik entsprechend hergestellt wurden. Sowohl hinsichtlich der Ringraumabdichtung als auch der Dichtheit der Rohrverbindungen sind festgestellte Defizite hier kaum akzeptabel. Eine „Nullmessung“ als Neubauabnahme erleichtert außerdem die Ursachenforschung bei später auftretenden Alterungsproblemen der Messstellen erheblich. Die notwendigen Ziele einer Neubauabnahme wurden unter 1. kurz erläutert. Die überwiegend komplexen Fragestellungen bei der Überprüfung von Grundwasserstellen und Brunnen bedingen es dabei, dass für deren Beantwortung in der Mehrzahl der Fälle Kombinationen verschiedener Messverfahren (Messprogramme) eingesetzt werden. So wird die Auswahl der Messverfahren im Wesentlichen durch folgende Faktoren bestimmt:

- Fragestellung/ Aufgabenstellung,
- Anforderungen an die Genauigkeit/ Zuverlässigkeit/ "Gerichtsfestigkeit" der Ergebnisse,
- Dimensionierung des Bauwerks, z.B. Durchmesser,
- ökonomische Aspekte und betriebliche Belange des Nutzers der Messstelle,
- Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Ausbaudokumentation und des geologischen Schichtenverzeichnisses (Mitwirkungspflicht des Auftraggebers!),
- Anforderungen/ Auflagen zum Schutz des Grundwassers,
- Typ und Art des Ausbaumaterials (elektrisch leitend/ elektrisch nicht leitend),
- Typ und Art des verwendeten Materials zur Herstellung von Abdichtungen (magnetische Tone, gammaaktive Tone, nicht markierte Tone, Ton-Zement-Suspensionen) und Technologie der Herstellung dieser (Schüttung, flüssige Verfüllung mit Suspensionen),
- eingesetztes Bohrverfahren zum Abteufen der Aufschlussbohrung,
- Einsatzbedingungen und -grenzen der einzelnen Messverfahren.

Da die bohrlochgeophysikalischen Messverfahren und die im Brunnen- und Messstellenbau eingesetzten Materialien und Herstellungsverfahren sehr komplex sind, wird empfohlen, für die Überprüfung von Messstellen möglichst die Erfahrungen einer Fachfirma schon in die Projektierungsphase mit



einzubeziehen. Wichtig ist auch die Unabhängigkeit der die Kontrollgeophysik ausführenden Fachfirma. Für die Neubauabnahme kommen dabei prinzipiell die in der Tabelle 1 aufgeführten Messverfahren zum Einsatz.

4 Weitere Einsatzfälle der Bohrlochgeophysik bei der Baugrunderkundung

Neben der Überprüfung von Brunnen und Grundwassermessstellen hat die Bohrlochgeophysik noch weitere Anwendungsfelder in der Baugrunderkundung, die hier aber nur erwähnt werden sollen:

- Messungen zur Ermittlung von Porosität, Dichte, Wassergehalt und Tongehalt im Lockergestein, auch in Drucksondiergestängen,
- optisches und akustisches Bohrlochfernsehen für die Erkundung von Störungszonen im Festgestein,
- Messungen zur Ermittlung von Verdichtungsfolgen,
- Setzungsmessungen mittels magnetischer Setzungsmarken aus Bohrungen/ Grundwassermessstellen heraus,
- Hohlraumuntersuchung mit TV, Laser und Orientierungssystem,
- Bestimmung der Teufenreichweite von Bauwerken, z.B. Spundwänden.

Weiterführende Literatur

/1/ DVGW-Arbeitsblatt W 110 (2005): Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen – Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen; wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/2/ DVGW-Arbeitsblatt W 121 (2002): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen; wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/3/ DVGW-Arbeitsblatt W 123 (2001): Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen; wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/4/ DVGW-Merkblatt W 124 (2001): Kontrollen und Abnahmen beim Bau von Vertikalfilterbrunnen; wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/5/ DVGW-Arbeitsblatt W 135 (1996): Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen; wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/6/ DVGW (2003): Untersuchungen zur Bestimmung von Qualitätskriterien für Abdichtungsmaterialien im Brunnenbau; (Studie), <http://www.dvgw.de/wasser/informationen/frdasfach/wasserversorgung.html#dichtung>

/7/ Baumann, K. (2004): Geophysikalische Möglichkeiten einer Qualitätssicherung nach W 110; Schriftenreihe Institut WAR zum Darmstädter Seminar Wasserversorgung (2004), Band 158, Darmstadt

/8/ Baumann, K. (2004): Zustandsermittlung von Brunnen mittels neuer bohrlochgeophysikalischer Messverfahren; Der Mineralbrunnen, Nr. 02/2004, Genossenschaft Deutscher Brunnen eG, Bonn

/9/ Baumann, K., Burde, B., Liebau, Ch. (2004): Monitoringmethoden für Wasserwerksstandorte mit Salzwassergefährdung; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 11/2004 und 01/2005, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/10/ Baumann, K., Burde, B., Goldbeck, J. (2003): Fortschritte der Bohrlochgeophysik bei der Untersuchung von Grundwassermessstellen; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 07/2003, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/11/ Baumann, K., Tholen, M. (2001): Mängel an Brunnen und Grundwassermessstellen; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 1/2001, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln

/12/ Baumann, K., Tholen, M., Treskatis, C. (2003): Qualitätskriterien für Abdichtungssuspensionen im Brunnenbau; bbr Fachmagazin für Wasser- und Leitungstiefbau, Nr. 4/2003, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/13/ Baumann, K. (2014): Optimierung und Ertüchtigung von Sanierungsbrunnen; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 05/2014, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH

/14/ Lehmer, M., Willwacher, I. (2015): Fernsondierungen in Bauwerken des Grundwasserbereichs: Standardverfahren mit neuen Perspektiven; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 11/2015, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH

/15/ Triller, F., Klinkhardt, D. (2016): Nachweis magnetisch markierter Baustoffe im Ringraum von Erdwärmesonden – Möglichkeiten und Grenzen des Magnetik-Logs; bbr Wasser, Kanal- & Rohrlei-



tungsbau, Nr. 02/2016, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH

/16/ Baumann, K. (2016): Brunnenuntersuchungen: Was ist zu beachten? ; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 12/2016, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH

/17/ Baumann, K. (2008): Zustandsanalyse von Brunnen, Grundwassermessstellen und Erdwärmesonden mittels innovativer Bohrlochmessverfahren; Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge Nr. 15 (2008), 1/2, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

/18/ Fricke, S., Schön, J. (1999): Praktische Bohrlochgeophysik; ENKE im Georg Thieme Verlag, Stuttgart

/19/ Homann, K. D., Wicklein, A., Kreuzmann, K., Baumann, K., Engelmann, I. (2008): Instandhaltungsleistungen und Inlinesanierung an Grundwassermessstellen; bbr Fachmagazin für Wasser- und Leitungstiefbau, Nr. 6/2008, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/20/ Knödel, K., Krummel, H. Lange, G. (Herausgeber) (1997): Geophysik, Kap. 11, Bohrlochgeophysik; Springer

/21/ Niehus, B., (2002): Anforderungen und Problematiken von Abdichtungen in Bohrungen, Messstellen und Brunnen; bbr Wasser, Kanal- & Rohr-

leitungsbau, Nr. 3/2002, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln

/22/ Nolte, L.-P., Tewes, S., Baumann, K., (2004): Pflege, Sanierung und Rückbau von Grundwassermessstellen; bbr Fachmagazin für Wasser- und Leitungstiefbau, Nr. 1 und 2/2004, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

/23/ Triller, F., Voß, T., Baumann, K. (2009): Verstärkte Brunnenalterung bei fehlender Ringraumabdichtung; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 5/2009, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln

/24/ König, J., Baumann, K., Voß, Th. (2011): Detailausbaukontrolle einer Grundwassermessstelle mit bohrlochgeophysikalischen Methoden; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 4/2011, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH

/25/ Triller, F., Baumann, K. (2011): Detektion langsamer Fließbewegungen in Brunnen und Bohrungen; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 12/2011, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH

/26/ Triller, F., Willwacher, I. (2013): Das Peilrohr – ein Ausgangspunkt für Brunnenalterung?; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 05/2013, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH

Untersuchungsziel	Aufgabenstellung	Ausbaumaterial	
		elektrisch leitend (z.B. Stahl, Kupfer)	elektrisch nichtleitend (z.B. Kunststoff, Obo, Keramik, Eternit, GFK)
komplexe Bewertung	<u>Neubauabnahme</u> : Befahrbarkeit, Filterlage, Ringraumabdichtungen, Verfüllung des Ringraums, Dichtheit der Rohrverbindungen	TV, CAL, GG.D oder RGG.D, NN, GR oder SGL, Packertest	CAL, GG.D oder RGG.D, NN, GR oder SGL, FEL
	<u>Statusaufnahme von Bestandsmessstellen</u> : Allgemeinzustand, Verunreinigungen, Fremdkörper, Befahrbarkeit, Rohrzustand, Filterlage, Ringraumabdichtungen, Verfüllung des Ringraums, Dichtheit der Rohrverbindungen	TV, CAL, GG.D oder RGG.D, NN, GR oder SGL, EMDS, Packertest	TV, CAL, GG.D oder RGG.D, NN, GR oder SGL, FEL
Rohr	Fremdkörper, Rohrbeläge	TV	TV
	Korrosion/, Wanddicke der Aufsatzrohre	EMDS* ¹ CAL TV GG.D* ¹²	
	Lage der/des Filter(s)	TV EMDS* ⁴ CAL* ¹⁴	FEL CAL* ¹⁴
	Dichtheit der Rohrverbindungen	PT	FEL PT* ⁵



	Teufenreichweite von elektrisch leitenden Sperrrohren oder teleskopierten Rohren	EMDS	EMDS
	Lokalisation von verlorenen („abgerissenen“) elektrisch leitenden Rohren im Ringraum	EMDS	EMDS IL
	Neigung u. Neigungsrichtung des Ausbaurohrstrangs	BA* ²	BA
	Filterschlitzweitenbestimmung	TV-K/S	TV-K/S
	Rohrovalitäten, Rohrbeschädigungen	TV CAL	TV CAL FEL
Zufluss	Zuflussprofil im Bereich der Filterstrecke(n)	FLOW TFL* ³	FLOW TFL* ³
	Durchlässigkeit des filternahen Bereiches	PFLOW	PFLOW
	Kurzschlussströmungen oder Fließbewegungen im Ruhezustand innerhalb einer Filterstrecke / über mehrere Filterstrecken / über undichte Rohrverbindungen	TFL	TFL
	Lokalisation von Huminstoffeinträgen	SAK436* ¹⁰ TV TP	SAK436* ¹⁰ TV TP
	Lokalisation des Eintrags komplexer organischer Verbindungen	SAK254* ¹⁰ TP	SAK254* ¹⁰ TP
	Lokalisation des Eintrags von Trübungstoffen	FMT* ¹⁰ TP	FMT* ¹⁰ TP
	Wasserzuflüsse mit unterschiedlichem Chemismus (z.B. Mineralisation, pH-Wert)	MIL* ¹⁰ TP	MIL* ¹⁰ TP
Ringraum	Lage und Homogenität von <u>unmarkierten</u> Ringraumabdichtungen	SGL NN GG.D* ⁷	SGL NN GG.D* ⁷
	Lage und Homogenität von <u>gammaaktiv markierten</u> Ringraumabdichtungen	SGL NN* ⁹ GG.D* ⁷	SGL NN* ⁹ GG.D* ⁷
	Lage und Homogenität von <u>magnetisch markierten</u> Ringraumabdichtungen* ¹¹	SGL NN* ⁹ GG.D* ⁷	SGL MAL NN* ⁹ GG.D* ⁷
	Vorhandensein und Zustand der Kies- oder Glaskugelschüttung (z.B. Kolmation)	PFLOW SGL GG.D* ⁷ NN	PFLOW SGL GG.D* ⁷ NN IL
	hydraulische Wirksamkeit von Ringraumabdichtungen	GDT	GDT
	Ringraumverfüllung, Brückenbildung	SGL GG.D* ⁷ NN	SGL GG.D* ⁷ NN
	Lokalisation von Sandeinträgen	TV* ⁸ FMT* ⁸	TV* ⁸ FMT* ⁸
	optische Korngrößenanalyse	TV-K/S	TV-K/S
Gebirge	Bestimmung der Süß-Salzwassergrenze im Gebirge* ¹³		IL SAL/TEMP
	Erstellung bzw. Überprüfung des geologischen Schichtenverzeichnisses	SGL GG.D* ^{6*7} NN* ⁶	SGL GG.D* ^{6*7} NN IL



Tab. 1: Anwendungsfälle bohrlochgeophysikalischer Verfahren in Brunnen und Grundwassermessstellen gegliedert nach Untersuchungszielen und Ausbaumaterial (in Anlehnung an /16/) Bemerkungen/ Randbedingungen*¹⁵:

- *¹ EMDS auch bei starker Verkrustung / Belägen / Verockerung, Korrosion meist von außen nach innen, deshalb TV nur eingeschränkt einsetzbar, CAL zur Kalibrierung von EMDS, nicht in Edelstahlrohren
- *² in Stahlrohren nur Neigung, keine Neigungsrichtung, alternativ Einsatz eines Gyroscops
- *³ TFL bei sehr geringen Zuflussraten (unter der Ansprechschwelle von Flowmetersonden)
- *⁴ EMDS auch einsetzbar, wenn Filter optisch nicht sichtbar (Verkrustung, Beläge)
- *⁵ Packertest, falls mit den Screeningverfahren FEL Hinweise auf hydraulische Lecks gefunden werden; bei Obo- und Keramikausbau nicht möglich (Havariegefahr!)
- *⁶ in Stahlrohren nur eingeschränkt und auch nur bei sehr geringmächtigen Ringräumen möglich.
- *⁷ im Durchmesserbereich 100 bis 150 mm besser RGG.D
- *⁸ unter Förderbedingungen, wobei die Förderrate im Bereich der normalen Betriebsbedingungen liegen sollte
- *⁹ oberhalb des Wasserspiegels sollte für eine eindeutige Beurteilung eine Neutron-Neutron-Messung mit herangezogen werden
- *¹⁰ die Messungen sollten ab Wasserspiegel erfolgen, um auch Fremdwassereinträge im Bereich der Aufsatzrohre lokalisieren zu können
- *¹¹ bei Stahlausbau sind magnetische Tone ungeeignet
- *¹² bringt zusätzlichen Informationsgewinn
- *¹³ bei bekanntem Bohrlochausbau und geologischem Schichtenverzeichnis; bevorzugter Einsatz in Grundwassermessstellen zur Überwachung der Süß-Salzwassergrenze
- *¹⁴ exakte Lage der Rohrverbindungen zeigt sich oft durch leicht veränderten Innendurchmesser im Bereich der Filterrohre

Messverfahren	Abkürzung	Einheit	Wirkprinzip
Salinitäs-Temperatur-Log	SAL / TEMP	mS/cm °C	Messung von Temperatur und Leitfähigkeit des Wasser im Brunnen/Messstelle
Fernsehsondierung	TV		optische Begutachtung der Innenwandungen der Brunnenrohre/Messstelle
Kaliber-Log	CAL	mm	mechanisches Abtasten der Rohrrinnenwandung
Induktions-Log	IL	mS/m	induktive Messung der elektrischen Leitfähigkeit
Gamma-Ray-Log	GR	GR-API	Messung der natürlichen γ -Strahlung von Ausbau und Gebirge
Segmentiertes Gamma-Ray-Log	SGL	GR-API	Messung der natürlichen Gammastrahlung von Ringraumhinterfüllung und Gebirge in drei, jeweils um 120° horizontal versetzten Segmenten
Gamma-Gamma-Dichte-Log	GG.D	g/cm ³	Messung der gestreuten γ -Strahlung, die umgekehrt proportional zur Dichteverteilung ist
Dichte-Ringraumscanner-Log	RGG.D	g/cm ³	um 360° rotierende Messung der relativen Dichteänderung im Ringraum
Segmentiertes Gamma-Gamma-Dichte-Log	SGG.D	g/cm ³	Messung der Dichte von Ringraumhinterfüllung und Gebirge in zwei, jeweils um 180° horizontal versetzten, Segmenten
Neutron-Neutron-Log	NN	%, WE	Messung der gestreuten Neutronenstrahlung, die ein Maß für den Gesamtwasserstoffgehalt darstellt
Suszeptibilitäts-Log	MAL	SI-Einheiten	Messung der Magnetisierbarkeit des Materials
Flowmeter-Log	FLOW 0 FLOW 1	cps	Umdrehungszahl eines Messflügels im Pumpenstrom bei unterschiedlichen Anregungszuständen (FLOW 0, FLOW 1, FLOW ...)
Packerflowmeter-Log	PFLOW	cps	Messung des Fluiddurchsatzes im Messquerschnitt eines abgepackten Flowmeters (Umdrehungszahl Messflüg)
Fokussiertes-Elektro-Log	FEL	Ω m	Messung des elektrischen Widerstandes
Tracer-Fluid-Log	TFL		Beobachtung der Wasserbewegung im Brunnen unter verschiedenen Anregungszuständen und bei gezielter



			Zugabe eines NaCl- oder Farbtracers
Elektromagnetisches Wanddicken-Log	EMDS	mm	Messung der Wanddicke von Stahlrohren
Bohrlochverlaufs-Log	BA	Grad	kontinuierliche Messung von Azimut und Neigung
Teufenorientierte Probenahme	TP		Einsatz eines motorischen Probenehmers am Bohrloch-messkabel
Packertest	PT		Einsatz eines Einfach- oder Doppelpackers
Fotometrisches Trübungs-Log	FMT	NTU	Einsatz eines Fotosensors zur Messung der Transparenz des Wassers
Fotometrisches Fließrichtungs-Log	FMK	Grad	fotometrische Ermittlung der Fließrichtung in Grundwassermessstellen (Einbohrlochmethode)
Milieu-Log	MIL	mV mg/l mS/cm °C	Messung von pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Redoxpotential, Temperatur u. Leitfähigkeit des Wassers
Gasdynamischer Test	GD	%	Nachweis der hydraulischen Wirksamkeit von Ringraumabdichtungen über die bohrlochgeophysikalische Messung von Stickstoffmigrationspfaden
Cement Bond-Log	CBL	µs	Nachweis der Zementbindung am Rohr
optisches Absorptions-Log	SAK	l/m	Eintrag von Huminstoffen und komplexen organischen Verbindungen

Tabelle 2: Wirkprinzipien wichtiger bohrlochgeophysikalischer Messverfahren

Produktbeispiele	Konsistenz	Bemerkung	Eigenschaft
Quellon HD, Wetronit 51/10, Mikolit 300 M	Kugeln/Pellets	ungeeignet bei Stahlrohren	magnetisch
Füllbinder EWM plus Füllbinder H-hs plus	Suspension		magnetisch
Troptogel C	Suspension		gammaaktiv
alle mit ca. 5 – 10 % Volumenprozent ver- setzten Ton-Zement- Suspensionen	Suspension	können auch bei der nachträglichen Abdichtung von Ringräumen einge- setzt werden	gammaaktiv
Quellon WP	Kugeln/Pellets		gammaaktiv
Compactonit	Kugeln/Pellets	oft auch schwach magnetisch	unmarkiert (magnetisch)
Wetronit 50/10 Wetronit 70/10 Wetronit 100/10 Mikolit Friedländer Blauton	Kugeln/Pellets		unmarkiert
Zement	Suspension		unmarkiert
Brutoplast Troptogel B Dämmer	Suspension		unmarkiert

Tabelle 3: Häufig verwendete Materialien zur Ringraumabdichtung und ihre Eigenschaften
(Kein Anspruch auf Vollständigkeit! Keine Vollständigkeit des Handelsnamens! Messverfahren zum Nachweis siehe Tab. 1 unter „Ringraum“)

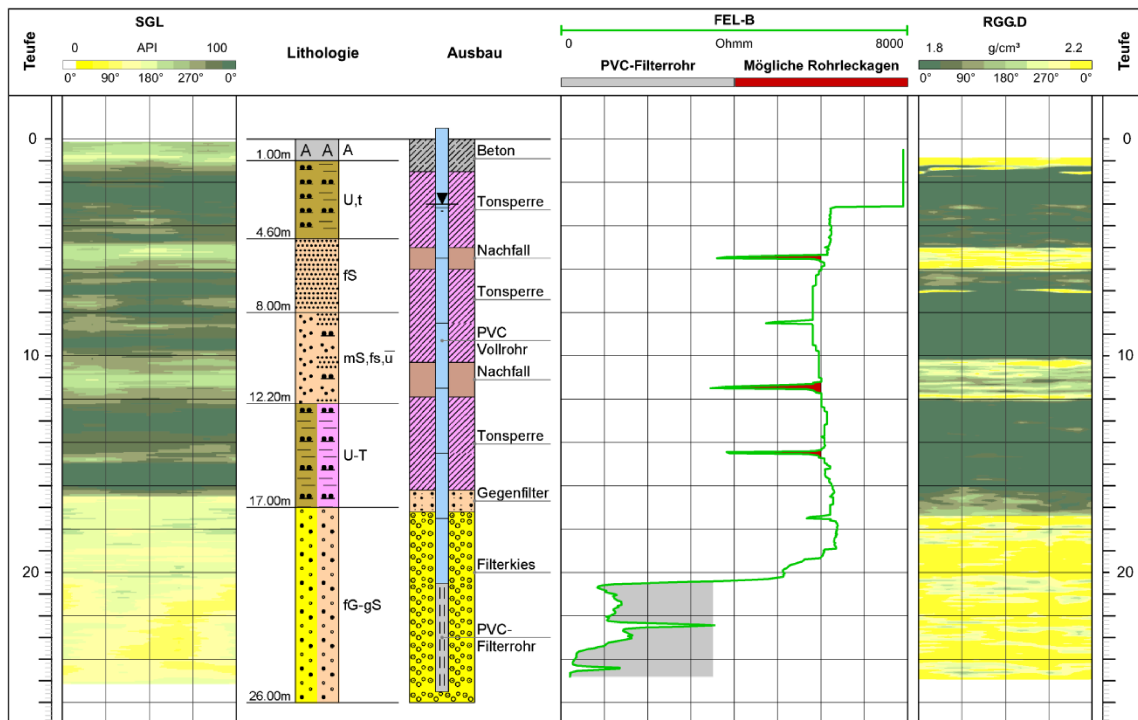


Bild 1: Beispiel einer Messstellenkontrolle (Quelle: Bohrlochmessung-Storkow GmbH)